

科技部補助專題研究計畫成果報告 期末報告

性別友善的人行環境 (GM07)

計畫類別：個別型計畫
計畫編號：NSC 102-2629-E-035-001-
執行期間：102年08月01日至103年07月31日
執行單位：逢甲大學運輸科技與管理學系(所)

計畫主持人：溫傑華

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：吳唯寧
碩士班研究生-兼任助理人員：王閔正

處理方式：

1. 公開資訊：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，2年後可公開查詢
2. 「本研究」是否已有嚴重損及公共利益之發現：否
3. 「本報告」是否建議提供政府單位施政參考：否

中華民國 103 年 10 月 31 日

中文摘要：本研究著重於改善人行道環境，使行人行走時能感到更加安全及舒適。本研究以敘述性偏好法蒐集資料，考量屬性如：行人流量及速度、照明度、清潔度、人行道寬度、平穩度、鋪面好壞、商業占地、機車行駛、無障礙設施設置情況等，建立一套人行道環境評分機制。本研究將人行道服務水準分為六尺度（對應 A 至 F 級，A 級最好），利用排序選擇（ordered choice）模式並考量參數異質性及計算每位受訪者所感受之整體人行道路段服務水準，以進行整體評分。本研究在臺中市發放問卷並回收約 600 份有效問卷。研究結果顯示多數屬性呈現顯著且參數異質性成立。潛在類別排序普羅比（latent class ordered probit）模式為最佳模式，解釋能力最好。人行道需要被優先改善的項目為速度與擁擠度、清潔、寬度、障礙物等四項。性別友善不僅只單純考慮性別，也應考量孕婦、年長者及推車者等族群之特殊需求。本身為年長者、家中有年長者、使用嬰兒推車及家中有小孩之族群最具有特殊需求，寬敞的人行道空間才能方便使用嬰兒推車，無障礙物的人行環境有利於行動不便的年長者行走等。臺中市現行人行道路段平均服務水準等級在一般排序普羅比模式及隨機係數排序普羅比（random coefficients ordered probit）選擇模式為 C 級，潛在類別排序普羅比模式為 B 級。整體平均忍受程度為 D 級，期望程度為 A 至 B 級，表示還有改善空間以提升人行道之服務水準。另外，本研究提出評估臺中市快捷公車站周圍人行環境的安全性服務水準模式。本研究設計敘述性偏好問卷，包括汽機車速度限制、路口行人停等時間、路口照明、站外行人保護設施、穿越道路面品質、路口斜坡道、行人穿越道識別度、行人號誌、行人與自行車分隔、行人警示標誌共有 10 個屬性。調查對象為搭乘快捷公車的乘客，收回 608 份有效問卷。使用一般排序普羅比模式與隨機係數排序普羅比模式估計，結果顯示 10 個屬性在兩個模式皆非常顯著。以最佳的隨機係數排序普羅比模式計算臺中市目前營運的 21 個快捷公車站安全性服務水準，有 7 個車站為 D 級，其他 14 個車站皆為 C 級。民眾期待達到 A 或 B 級，因此仍需要提升人行道之安全服務水準。行人穿越道識別度、穿越道路面品質及行人警示標誌為優先改善的屬性。使用潛在類別排序普羅比模式發現男性且年齡較大，以及接駁運具非自行車或步行的旅客，對於行人穿越道品質、轉角斜坡道、穿越道識別度及行人警示標誌較重視。

中文關鍵詞：行人、快捷公車、服務水準、排序選擇模式、敘述性偏好

英文摘要：The purpose of this study is to improve the walking

environment for pedestrians, so that they will feel safer and more comfortable. This study establishes a new scoring mechanism for pedestrian sidewalks by using the stated preference data. The choice experiment developed characterizes pedestrian level of service, in terms of attributes, namely pedestrian volume, walking illumination, cleanliness, sidewalk width, flatness, pavement condition, commercial occupation, scooters/bikes as obstructions, and facilities for the handicapped. The perceived service level assessed by the respondents is based on a six-point scale ranging from A to F (A is the best level). Approximately 500 questionnaires were collected in Taichung, Taiwan. This study estimated various ordered choice models with heterogeneity in order to capture heterogeneous preferences of pedestrians. The result shows that most of the attributes are significant and the parameter heterogeneity does exist. Improvements to pedestrian facilities should be initiated to provide a more user-friendly environment. In addition, this study proposes a new methodology to evaluate the level of service of safety on Taichung City Bus Rapid Transit (BRT) system. The stated preference design includes various attributes including cars and motorcycles speed limits, pedestrian wait time, overhead lighting, facilities to protect pedestrians outside of the station, crosswalk surface, curb ramps, crosswalk visibility, pedestrian signals, separate bicycle path and pedestrian signs. The questionnaires were given to passengers on board and we received 608 valid responses. The results of the ordered probit and random coefficients ordered choice models show that all designated attributes are very significant. Using the preferred random coefficients ordered choice model to calculate the level of safety service on the 21 stations, it was found that seven stations are level D, and the other 14 stations are level C. The display crosswalk visibility, crosswalk surface and pedestrian signs should be high priority for improvements.

英文關鍵詞： pedestrian； bus rapid transit； level of service；
ordered choice model； stated preference

性別友善的人行環境

摘要

本研究著重於改善人行道環境，使行人行走時能感到更加安全及舒適。本研究以敘述性偏好法蒐集資料，考量屬性如：行人流量及速度、照明度、清潔度、人行道寬度、平穩度、鋪面好壞、商業占地、機車行駛、無障礙設施設置情況等，建立一套人行道環境評分機制。本研究將人行道服務水準分為六尺度（對應 A 至 F 級，A 級最好），利用排序選擇 (ordered choice) 模式並考量參數異質性及計算每位受訪者所感受之整體人行道路段服務水準，以進行整體評分。本研究在臺中市發放問卷並回收約 600 份有效問卷。研究結果顯示多數屬性呈現顯著且參數異質性成立。潛在類別排序普羅比 (latent class ordered probit) 模式為最佳模式，解釋能力最好。人行道需要被優先改善的項目為速度與擁擠度、清潔、寬度、障礙物等四項。性別友善不僅只單純考慮性別，也應考量孕婦、年長者及推車者等族群之特殊需求。本身為年長者、家中有年長者、使用嬰兒推車及家中有小孩之族群最具有特殊需求，寬敞的人行道空間才能方便使用嬰兒推車，無障礙物的人行環境有利於行動不便的年長者行走等。臺中市現行人行道路段平均服務水準等級在一般排序普羅比模式及隨機係數排序普羅比 (random coefficients ordered probit) 選擇模式為 C 級，潛在類別排序普羅比模式為 B 級。整體平均忍受程度為 D 級，期望程度為 A 至 B 級，表示還有改善空間以提升人行道之服務水準。另外，本研究提出評估臺中市快捷公車站周圍人行環境的安全性服務水準模式。本研究設計敘述性偏好問卷，包括汽機車速度限制、路口行人停等時間、路口照明、站外行人保護設施、穿越道路面品質、路口斜坡道、行人穿越道識別度、行人號誌、行人與自行車分隔、行人警示標誌共有 10 個屬性。調查對象為搭乘快捷公車的乘客，收回 608 份有效問卷。使用一般排序普羅比模式與隨機係數排序普羅比模式估計，結果顯示 10 個屬性在兩個模式皆非常顯著。以最佳的隨機係數排序普羅比模式計算臺中市目前營運的 21 個快捷公車站安全性服務水準，有 7 個車站為 D 級，其他 14 個車站皆為 C 級。民眾期待達到 A 或 B 級，因此仍需要提升人行道之安全服務水準。行人穿越道識別度、穿越道路面品質及行人警示標誌為優先改善的屬性。使用潛在類別排序普羅比模式發現男性且年齡較大，以及接駁運具非自行車或步行的旅客，對於行人穿越道品質、轉角斜坡道、穿越道識別度及行人警示標誌較重視。

關鍵字：行人、快捷公車、服務水準、排序選擇模式、敘述性偏好

ABSTRACT

The purpose of this study is to improve the walking environment for pedestrians, so that they will feel safer and more comfortable. This study establishes a new scoring mechanism for pedestrian sidewalks by using the stated preference data. The choice experiment developed characterizes pedestrian level of service, in terms of attributes, namely pedestrian volume, walking illumination, cleanliness, sidewalk width, flatness, pavement condition, commercial occupation, scooters/bikes as obstructions, and facilities for the handicapped. The perceived service level assessed by the respondents is based on a six-point scale ranging from A to F (A is the best level). Approximately 500 questionnaires were collected in Taichung, Taiwan. This study estimated various ordered choice models with heterogeneity in order to capture heterogeneous preferences of pedestrians. The result shows that most of the attributes are significant and the parameter heterogeneity does exist. Improvements to pedestrian facilities should be initiated to provide a more user-friendly environment. In addition, this study proposes a new methodology to evaluate the level of service of safety on Taichung City Bus Rapid Transit (BRT) system. The stated preference design includes various attributes including cars and motorcycles speed limits, pedestrian wait time, overhead lighting, facilities to protect pedestrians outside of the station, crosswalk surface, curb ramps, crosswalk visibility, pedestrian signals, separate bicycle path and pedestrian signs. The questionnaires were given to passengers on board and we received 608 valid responses. The results of the ordered probit and random coefficients ordered choice models show that all designated attributes are very significant. Using the preferred random coefficients ordered choice model to calculate the level of safety service on the 21 stations, it was found that seven stations are level D, and the other 14 stations are level C. The display crosswalk visibility, crosswalk surface and pedestrian signs should be high priority for improvements.

Keywords: pedestrian; bus rapid transit; level of service; ordered choice model; stated preference.

目 錄

摘要	I
ABSTRACT.....	II
一、前言	1
二、文獻回顧	2
2.1 行人服務水準.....	2
2.2 排序選擇模式.....	3
2.3 人行環境與安全.....	4
三、研究方法	4
3.1 問卷設計與調查.....	4
3.2 模式理論.....	5
四、分析結果	7
4.1 人行道環境敘述性偏好模式估計結果.....	7
4.2 臺中市人行道現況分析結果.....	8
4.3 快捷公車站敘述性偏好模式估計結果.....	9
4.4 臺中市快捷公車站現況分析結果.....	10
五、結論與建議	10
六、計畫成果自評部分	12
參考文獻	12

表目錄

表 1 人行道路段敘述性偏好設計參考屬性.....	18
表 2 行人服務水準.....	18
表 3 一般排序普羅比模式估計結果 (人行道路段).....	19
表 4 隨機係數排序普羅比選擇模式估計結果 (人行道路段).....	20
表 5 潛在類別排序普羅比估計結果 (人行道路段).....	21
表 6 臺中市人行道路段顯示性偏好平均服務水準值.....	22
表 7 一般排序普羅比模式之校估結果 (快捷公車人行穿越道).....	23
表 8 隨機係數排序普羅比模式之校估結果 (快捷公車人行穿越道).....	24
表 9 不同區隔數之潛在類別排序普羅比模式 (快捷公車人行穿越道).....	25
表 10 潛在類別排序普羅比模式之校估結果 (快捷公車人行穿越道).....	26
表 11 臺中市快捷公車站之安全性服務水準等級.....	27

圖目錄

圖 1 敘述性偏好設計情境範例 (快捷公車人行穿越道).....	28
圖 2 總體忍受度及期望度.....	29
圖 3 依性別之忍受程度及期望程度.....	29
圖 4 年長者忍受程度及期望程度.....	29
圖 5 使用嬰兒推車者之忍受程度及期望程度.....	30
圖 6 三種模式個別服務水準比例分布圖.....	31
圖 7 總體忍受度與期望度.....	31

一、前言

步行為人類的基本運輸方式。步行可結合其它主要運具，例如：私人運輸的汽車與機車，公共運輸系統的捷運與公車等，以完成旅次目的。良好的人行環境，鼓勵民眾採用步行交通方式，可提升交通安全，增進身體健康，減少環境污染，活絡商家經濟。由此可見，建立良好的步行環境，具有健康、環保及經濟效益。提升可步行性 (walkability) 是一個都市邁向永續發展的重要關鍵 (Kelly et al., 2011; McCormack et al., 2012; Wey and Chiu, 2013)。

近年來，人行道環境逐漸受到全球各國城市的積極重視。以香港為例，民眾經常行走在複雜的環境之中，由於腹地狹小且屬丘陵地形而當地大多數民眾又以行走為主要交通工具，因此香港有許多地下通道、橋樑、公共升降梯及自動手扶電梯供行人使用 (Guo and Loo, 2012)；尤其是人行道環境的安全問題、造成行走不便的阻擋物及違法停車問題等受到關注(Rahaman, 2012)。臺灣步行環境不佳是常久以來的問題。都市街道普遍存在人行道與騎樓停車、物品佔用騎樓、地面高低落差過大、地面不潔及夜間照明不足等問題。行人為了避開不良步行環境經常必須走到慢車道甚至快車道，嚴重影響交通安全、人身安全及步行舒適感。不良的步行環境對身心殘障者、老人、兒童及手推嬰兒車等多元族群的行人影響更大。

早期研究行人在市區環境的移動，從行人流 (pedestrian flow) 的建模到行人個別行為 (Papadimitriou et al., 2009)。軌道及公車車站、航空站、路口行人穿越道、路側人行道、人行天橋 (pedestrian overpass) 及人行地下道 (pedestrian underpass) 等，許多重要的交通設施在設計及營運時，以行人流為重要的考慮因素 (臺灣公路容量手冊, 2011)。美國公路容量手冊 (Highway Capacity Manual) 在 1985、2000 及 2010 年版本皆有針對行人服務水準提出評估方法。2010 年版本提出號誌化路口、路段及設施 (含兩個以上的路口與路段) 的行人服務水準評估法。以路段為例，考量汽車道流量與速度、汽車道寬度、自行車道寬度、緩衝區 (行道樹與路邊停車) 及人行道寬度等指標。臺灣步行環境不佳的許多問題並無法以美國公路容量手冊方法進行評估。為能分析臺灣的路段與路口行人服務水準並研擬改善策略，有必要建立適用於臺灣步行環境的行人服務水準評估法，並據以改善多元族群的人行服務水準。

本研究還針對臺中市新建置的快捷公車 (bus rapid transit) 系統，旅客對人行環境安全的感受進行探討。因車站設於車道之間，乘客需穿越慢車道至車站搭車，增加行人穿越道的使用率。為能分析臺灣的快捷公車站行人穿越道環境安全性服務水準 (level of service of safety) 並研擬改善策略，有必要建立適用於臺灣步行環境的安全性服務水準評估法，並據以改善多元族群的人行服務水準。

本研究目的如下：

1. 人行道服務水準的評估，除了採用公路容量手冊的評定標準外，尚必須考慮更多量化與質化屬性 (例如：停車、物品佔用騎樓、高低落差、清潔)，才能實際反映行人的感受。本研究分析國內狀況，完整考量質化與量化變數，精確衡量人行道服務水準。

2. 人行道服務水準評估模式多採用一般迴歸或排序選擇模式。由於一般迴歸模式假設應變數為連續變數，誤差項為連續常態分配，較不適合服務水準以A至F六等級的衡量方式。排序選擇模式適合處理應變數為依序的情形，已廣被採用。但以往研究皆未考量偏好異質性，無法將性別、年齡等多元族群的感受差異納入分析。本研究採用能考量異質性的排序選擇模式，找出多元族群在人行道服務水準感受的差異，以及影響服務水準的量化與質化屬性偏好差異。
3. 本研究利用設計人行道敘述性偏好問卷收集資料，深入分析行人服務水準，並將改善策略納入分析成效。模式估計結果可比較多元族群在人行道服務水準的感受差異及影響屬性的偏好差異。為達成多元族群性別友善的人行環境，本研究研擬人行量化與質化屬性（流量、速度、延滯、安全及舒適等）的改善策略，利用資料所建立之模式計算行人服務水準，據以達成更友善的人行環境。

二、文獻回顧

2.1 行人服務水準

美國公路容量手冊自1985年開始納入人行設施的服務水準 (Highway capacity manual, 1985)，考量人行空間的影響；號誌化路口的行人服務水準以延滯衡量。由於良好行人設施應滿足不同族群的需要，人行空間與延滯兩項指標不足以衡量複雜的人行環境，Sarkar (1993) 考量吸引力 (attractiveness)、舒適 (comfort)、便利 (convenience)、安全 (safety)、保安 (security)、系統一致性 (system coherence) 及系統連續性 (continuity) 等七項因子，訂出相對應的A至F等六個服務水準等級。Khisty (1994) 利用上述因子以0-5分的六尺度 (對應A至F級) 及因子權重，計算各項因子及整體行人服務水準。許添本與趙晉緯 (2007) 利用類似 Khisty (1994) 的概念，以模糊多準則評估人行空間，並研擬改善策略。

Landis et al. (2001) 認為人行環境因子很多，但並非都是影響服務水準的重要因素，在特別著重安全及舒適性下，考量交通安全、人身保安、建築趣味性、人行道形態、人行路燈及設施、其他行人的出現及交叉路口條件等變數，利用逐步迴歸分析找出影響路段行人服務水準的重要因子，據以研擬行人服務水準。後續許多研究皆參考Landis et al.的做法，以計量迴歸模型找出影響因子，判定行人服務水準。

在號誌化路口部分，Muraleetharan et al. (2005) 分析都市路口行人穿越道服務水準，利用迴歸分析找出影響行人服務水準因素，包含轉角空間、穿越設施、轉向車流量、延滯及行人-自行車衝突數。Petritsch et al. (2005) 採用Landis et al. (2001) 分析法探討號誌化交叉路口的行人服務水準。號誌化路口的行人服務水準除了公路容量手冊的行人空間與延滯外，Hubbard et al. (2007) 認為轉向車流量對號誌化路口的行人服務水準有重大影響。Bian et al. (2009) 利用迴歸分析找出影響行人服務水準因素，分析中國大陸的號誌化路口。

在路段部分，Petritsch et al. (2006) 利用迴歸分析找出影響行人服務水準的因子，探討都市主幹道人行道設施。Jensen (2007) 以預錄攝影方式拍攝路段行人環境，由受訪者回答路段服務水準感受，並利用累積羅吉特 (cumulative logit) 模式分析路段的行人服務水準。Dandan et al. (2007) 使用迴歸分析探討路段的行人服務水準。Petritsch et al. (2008) 利用迴歸分析找出影響因子，一方面利用公路容量手冊的人行道寬度及流量產生行人服務水準，另一方面考量汽車道流量、速度與寬度、自行車道寬度、緩衝區 (行道樹與路邊停車)、人行道寬度等產生行人服務水準，兩者取最差的數值評定服務水準。分析結果成為2010年公路容量手冊的行人服務水準的主要參考依據。

人行道服務水準亦可使用聯合分析 (conjoint analysis) 或敘述性偏好法收集資料，以決定行人服務水準 (Muraleetharan and Hagiwara, 2004; Lee et al., 2005; Muraleetharan and Hagiwara, 2006)。為了檢視對人行道服務水準的影響性，敘述性偏好設計可模擬人行道情境 (Kelly et al., 2007)。Heuman et al. (2005) 藉由敘述性偏好設計分析人行道環境以分析改善服務品質。Tappenden et al. (2007) 透過敘述性偏好法所設計出之情境以圖片顯示，請受訪者回答服務水準等級。表1為敘述性偏好設計參考屬性的彙整結果。

Sisiopiku et al. (2007) 比較五種方法 (2000年公路容量手冊、Austrian法、Trip quality法、Landis法及聯合分析) 發現不同方法得出的行人服務水準有差異。沒有一個方法能完整考量所有量化質化因子。公路容量手冊法高估行人服務水準，因未全面考量使用者的知覺與偏好。

目前國內對於行人設施的服務水準衡量，以行人流密度為主要依據，而服務水準分級標準仍沿用1991年版的內容 (臺灣公路容量手冊, 2011)。2010年美國公路容量手冊的區分號誌化路口、路段、設施(含兩個以上的路口與路段)。路段參考Petritsch et al. (2008) 的做法外，號誌化路口考量左轉專用與紅燈右轉車流量、路口車流量、路寬、號誌延滯、有無分隔島等因素而決定行人服務水準。行人服務水準分數與等級的對照表如表2。

2.2 排序選擇模式

人行道服務水準評估模式多採用一般迴歸或排序選擇模式。由於一般迴歸模式假設應變數為連續變數，誤差項為連續常態分配，較不適合服務水準以A至F六等級的衡量方式。近年許多探討運輸使用者認知與服務水準皆採用排序選擇模式 (McKelvey and Zavoina, 1975)，例如：公路 (Washburn and Kirschner, 2006; Flannery et al., 2008)、自行車 (Petritsch et al., 2010; Bordagaray et al., 2012) 及公車 (dell'Olio et al., 2010)。以往研究皆未考量偏好異質性，因此無法將性別、年齡等多元族群的感受差異納入分析。

考量異質性偏好的排序選擇模式有兩種類型，一是隨機係數排序普羅比 (random coefficient ordered choice) 模式，一是潛在類別排序普羅比 (latent class ordered choice) 模式。隨機係數排序普羅比模式的應用逐漸廣泛 (Greene and Hensher, 2010)，大多數屬於交通安全方面的研究 (Zhang et al., 2007; Eluru et al., 2008; Christoforou et al., 2010; Paleti, 2010)，但潛在類別排序普羅比模式的應用極

少 (Eluru et al., 2012; Mohamed et al., 2013)。考量異質性變異數的排序選擇 (heterosedastic ordered choice) 模式之應用研究有 Wang and Kockelman (2005) 及 Lemp et al. (2011)。人行道服務水準評估的研究並未發現採用能考量異質性的排序選擇模式。

2.3 人行環境與安全

行人轉運連結的安全和方便，對步行環境和轉運乘客是非常重要的。轉運站周圍的改善可提高行人安全與舒適，還可能增加轉運乘客量 (Khan and Mills, 2003)。車速影響行人被撞擊時的嚴重性。當時速40英里，行人有85%的死亡機率。車速越快，駕駛得更早反應潛在的衝突並停車，行人也必須增加看到車輛的距離 (Khan and Mills, 2003; McBurney, 2014)。若行人延滯超過45秒，發生風險行為的可能性高。行人等待時間越長，越有可能嘗試穿越路口 (Muraleetharan et al., 2005; Nabors et al., 2008; McBurney, 2014)。路口照明在路口減少車輛和行人80%的致命事故。超過一半的行人死亡，發生在晚上6點至午夜，尤其秋/冬季大多數人在天黑後返家，且不少行人穿暗色衣物更容易發生交通事故 (Mead et al., 2013; McBurney, 2014)。公車站設置於路段中，旅客行徑穿越道至車站時，應提供安全的步行空間—站外行人保護設施。人行道的表面瑕疵，如縫隙、裂縫、接縫或路面起伏，可能是一個危險的行人轉運通道，尤其對殘疾人士、老人、女性 (穿高根鞋) 或小孩 (Naborset al., 2008)。對於使用輪椅、推車等使用者，路口斜坡道將提高他們的便利性 (Khan and Mills, 2003; Muraleetharan et al., 2005; Nabors et al., 2008; Mead et al., 2013; McBurney, 2014)。枕木紋行人穿越道線可以讓車輛駕駛提早看到穿越的行人 (Muraleetharan et al., 2005; Nabors et al., 2008; Mead et al., 2013; McBurney, 2014)。行人倒數計時器有利於穿越道長或行人穿越量大的路口 (Nabors et al., 2008; Mead et al., 2013; McBurney, 2014)。對自行車者應提供安全穿越設施，但不能妨礙或危害行人 (Muraleetharan et al., 2005; Nabors et al., 2008)。行人警示標誌使用於穿越道不明顯的地方，可以提高行人穿越安全 (Nabors et al., 2008; Mead et al., 2013; McBurney, 2014)。

三、研究方法

3.1 問卷設計與調查

本計畫所設定之研究範圍為臺中市區人行道路段環境，利用敘述性偏好方法設計虛擬情境，同時結合顯示性偏好資料了解臺中市區人行道之實際情況，採抽出不放回的方式進行情境輪替，觀測受訪者的回答，提供模式校估樣本。

本次問卷調查抽樣臺中市居民590人，其中包含有效問卷580份及無效問卷10份，問卷有效率達98%。問卷調查對象採隨機抽樣，並同時考慮其社經特性如性別、年齡等，調查地點分別為逢甲大學、勤美綠園道、中國醫藥大學、科學博物館、美術館等五處進行調查。調查時間由2014年7月14日至7月20日，本問卷調查採面試方式，調查員可及時向受訪者講解及給予必要的協助，提升有效問卷並確

保資料的可信度。為分析不同族群，如老人、使用嬰兒推車父母等，將醫院納入調查地區。每位受訪者回答三個敘述性偏好的情境及顯示性偏好的問題。

受訪者組成為男性 (49.7%)，年齡層分佈有20—30歲 (24.9%)、31—40歲 (35.8%)、41—50歲 (12.2%)、51—60歲 (9.9%) 及超過60歲以上 (12.0%)。大部分受訪者為服務業 (23.3%) 及家庭主婦 (19%)。61.4%的受訪者學歷為大 (專) 學。婚姻方面，已婚者 (61%) 較未婚者 (39%) 多，且已婚者中有58.1%有小孩。

另外，本研究提出評估臺中市快捷公車站周圍人行環境的安全性服務水準模式。以敘述性偏好法評估快捷公車站人行穿越道的安全性。人行穿越道設施共有10個屬性。除了行人停等時間為量化屬性，其餘皆為質化屬性。屬性為2個水準值，包含安全性高與安全性低的配置。屬性為3個水準值，包含安全性高、中、低的配置。問卷調查對象為搭乘快捷公車之乘客。敘述性偏好的虛擬情境為重複觀測受訪者的回覆，以提高校估樣本數。利用SPSS直交設計 ($3^4 \times 2^6$) 縮減成27種情境，每份問卷隨機抽樣3種情境組成訪問旅客，如圖1，每9組問卷可輪完所有情境。

電腦問卷分為三個部分，第一部分為行人 (旅客) 特性，包括旅次目的、接駁工具、快捷公車使用率、上下車站、平常主要的運輸工具。第二部分為敘述性偏好情境設計，快捷公車站人行穿越道的安全服務水準。第三部分為基本資料，包括性別、年齡、職業、教育程度、個人所得、婚姻狀況及居住地等。

調查時間為2014年9月9日至9月20日，調查地點於臺中快捷公車車內進行，使用電腦問卷並採用面訪方式，調查員可即時協助受訪者了解問卷內容，以確保資料有效性並提升問卷填答率。為了提高通勤族群的樣本數，其中130份問卷調查時間，限制在每日上午7點至9點，以及下午5點至6點。問卷調查抽樣630位搭乘快捷公車的旅客，有效問卷為608份。

受訪者女性有58.9%，年紀以18到30歲居多 (54.8%)，職業以學生為主 (48%)。教育程度以大 (專) 學居多 (65.3%)，個人月所得以1萬元以下居多 (46.5%)，72%的受訪者未婚，74.2%的受訪者未育有子女，有23.8%的受訪者居住於外縣市。搭乘快捷公車的主要目的以休閒購物居多 (30.4%)，搭乘快捷公車前的接駁運具以市區公車居多 (36%)，使用快捷公車每週以3到5天居多 (29.6%)，搭登上車站與下車站，皆以發車站與終點站 (臺中火車站、靜宜大學) 居多，平常通勤或外出最主要使用的運輸方式以機車居多 (33.4%)。可忍受的最低安全等級以C級 (安全) 居多 (58.4%)，期望達到的安全等級以A級 (非常安全) 居多 (52.3%)。

3.2 模式理論

人行道服務水準評估多採用計量經濟模式。一般迴歸模式假設應變數為連續變數，較不適合六等級 (A至F級，A級最佳，F級最差) 服務水準的衡量方式。排序選擇模式適合處理依序的應變數，但以往研究皆未考量偏好異質性，無法將性別、年齡及身心障礙等多元族群的感受差異納入分析。本研究擬採用能考量異質性的排序選擇模式，以分析多元族群對人行環境感受的服務水準。

3.2.1 一般排序選擇模式

一般排序選擇模式的型式如下：

$$S_i = \beta' X_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

S_i 為行人*i*對人行道服務水準的滿意程度， X_i 為解釋變數向量， β 為未知參數向量， ε 為誤差項。 S_i 值愈大表示行人感受的服務水準愈好。由於 S_i 為無法觀測的連續變數，因此利用式 (1) 再定義出下式：

$$LOS_i = k \quad \text{若 } \mu_{k-1} < S_i < \mu_k, k = 0, \dots, 5 \quad (2)$$

式 (2) 中的 LOS_i 為實際觀察行人*i*對人行環境服務水準的滿意程度。滿意程度分別六等級，數值0-5，可對應A至F級。若非常滿意，代表A級服務水準 ($k = 5$)，若非常不滿意，代表F級服務水準 ($k = 0$)。門檻值參數 μ 是用來區分連續型變數 S_i 的區間所對應的服務水準 LOS_i 。若有六個等級，則有五個 μ 值 ($\mu_{-1}, \mu_0, \mu_1, \mu_2, \mu_3$) 需要校估。本研究利用NLOGIT軟體進行模式參數校估。由於軟體設定校估時包含一個常數項，因此有一個 μ 值無法被校估。若 μ_{-1} 設定為0，則只有四個 μ 值被校估。當誤差項 ε 假設為常態分配，可推導出排序普羅比 (ordered probit) 模式，誤差項為logistic分配，可推導排序羅吉特 (ordered logit) 模式。不同服務水準被選擇機率如下：

$$P(LOS_i = k) = F(\mu_k - \beta' X_i) - F(\mu_{k-1} - \beta' X_i), k = 0, \dots, 5 \quad (3)$$

其中的 F 為累積常態或logistic分配。

3.2.2 隨機係數排序普羅比模式

本研究採用能考量異質性的排序選擇模式，隨機係數排序普羅比模式是其中一種。行人*i*對人行環境感受服務水準定義如下：

$$S_i = \beta'_{in} X_i + \varepsilon_i$$

$$LOS_i = k \quad \text{若 } \mu_{n,k-1} < S_i < \mu_{n,k}, k = 0, \dots, 5 \quad (4)$$

公式中的 β'_{in} 與 $\mu_{n,k}$ 為隨機係數，代表行人*i*對屬性與門檻值的異質偏好。 β'_{in} 與 $\mu_{n,k}$ 可設定不同機率分配 (例如：常態分配或均勻分配)，依資料挑選適合的分配。不同服務水準被選擇機率如下：

$$P(LOS_i = k) = \int_{\beta, \mu} P^*(LOS_i = k) h(\beta, \mu | \theta) d\beta d\mu$$

$$P^*(LOS_i = k) = F(\mu_{n,k} - \beta'_{in} X_i) - F(\mu_{n,k-1} - \beta'_{in} X_i), k = 0, \dots, 5 \quad (5)$$

其中， $P^*(LOS_i = k)$ 為條件機率， θ 向量為 β'_{in} 與 $\mu_{n,k}$ 所假設的機率分配中的參數。若假設常態分配，則要估計平均值及變異數。

3.2.3 潛在類別排序普羅比模式

潛在類別排序普羅比模式是能考量異質偏好的另一種。假設存在有限可數的區隔數 C ，行人 i 對人行環境感受服務水準為：

$$S_i^c = \beta_c' X_i + \varepsilon_i^c, c = 1, \dots, C$$

$$LOS_i = k | c \quad \text{若 } \mu_{k-1}^c < S_i^c < \mu_k^c, k = 0, \dots, 5, c = 1, \dots, C \quad (6)$$

其中， S_i^c 為區隔 c 的人行環境感受服務水準， β_c 為區隔 c 的參數向量， ε_i^c 為區隔 c 的隨機項。 LOS_i 為區隔 c 實際觀察行人 i 對人行環境服務水準的滿意程度。不同服務水準被選擇機率如下：

$$P(LOS_i = k) = \sum_{c=1}^C P(S_i = k/c) \cdot Q_i(c), k = 0, \dots, 5$$

$$P(LOS_i = k/c) = F(\mu_k^c - \beta_c' X_i) - F(\mu_{k-1}^c - \beta_c' X_i), k = 0, \dots, 5, c = 1, \dots, C$$

$$Q_i(c) = \frac{\exp(\delta' z)}{\sum_{c=1}^C \exp(\delta' z)} \quad (7)$$

其中 $P(S_i = k/c)$ 為條件機率， $Q_i(c)$ 為行人 i 隸屬於區隔 c 的邊際機率。 $Q_i(c)$ 包含行人特徵(例如：性別、年齡等)可判別區隔間之差異。求解最佳區隔數係從估計不同區隔數的潛在類別排序普羅比模式，採用AIC及BIC確定出最佳區隔。參數估計採用NLOGIT以最大概似估計法求解。

四、分析結果

4.1 人行道環境敘述性偏好模式估計結果

本研究先使用一般排序普羅比選擇模式進行參數校估，大部分變數參數之 t 值達到5%顯著水準 (t 值 >1.96)，除「車道阻隔_緣石」符號不合理予以刪除，其他屬性變數符號正負均符合預期。表3為排序普羅比估計結果。機車停在人行道上之變數符號正確但不顯著。此外「無障礙設施_有些微破損」也不顯著。

表4為混合普羅比模式校估結果。隨機係數排序普羅比選擇模式的個體偏好異質隨機係數選定常態分配。模式估計結果顯示，非隨機係數為「路面平穩_出現1次階梯落差」、「路面好壞_嚴重且多處碎裂」及「機車與自行車_停在人行道上」。其餘變數設定為隨機係數， t 值非常顯著。隨機係數排序普羅比選擇模式較一般排序普羅比模式估計結果更佳，表示存在個體異質性。

表5為潛在類別排序普羅比估計結果。由於潛在類別模式的區隔數無法事先決定，求解程序係從一個區隔，二個區隔，逐漸增加區隔數，直到無法顯著改進適度，進而找出最佳市場區隔數。本研究最佳區隔數為2。區隔1為已退休女性及家庭主婦，且多數皆育有子女，其通勤時間多分佈在早上9:00至11:00；區隔1受訪者認為速度與擁擠度、清潔、寬度、障礙物及機車與自行車較為重要。臺中

市人行道在商業占地及障礙物的部分是非常嚴重，估計結果非常顯著，表示其對於行人之行走速度及擁擠度之影響非常大。此外，在區隔1中之族群多數為有年幼孩童需經常使用嬰兒推車之父母，需要較為寬敞之人行道環境供其使用嬰兒推車或注意兒童安全；人行道寬度太小有被障礙物阻擋，可能造成行人必須繞道而行而置身於車道。另外，經常有機車行駛在人行道上亦會對行人造成很大的威脅及危險性。

區隔2為族群多數是就業中男性且其家中有超過一位年長者需要照顧，他們認為照明、清潔、路面平穩、寬度及障礙物較為重要。區隔2中多數家庭成員組成有年長者，此族群極為強調安全，將慎重考慮人行環境安全性，相對地對於行走速度並不是非常關切。然而，若在行走速度劣等等級表示其人行道環境行走速度慢且非常擁擠，將會增加年長者行走的困難度。另外，照明程度對區隔2族群是一項重要的影響屬性。即使臺灣的道路路燈設施設置密度高於國外多數國家，但照明不良對於年長者行走的安全性仍有相當程度的影響。路面平穩關係人行道階梯階數，年長者行動較不便，過多的階梯數較不便行走亦容易有意外產生。另外，年長者行動較緩慢或需使用輪椅，則需要較寬敞之人行道環境供其行走，而障礙物則會造成人行道寬度縮短及增加行走困難度。

區隔1和區隔2皆重要的屬性，如「清潔_些許垃圾與髒汙」、「清潔_乾淨沒有垃圾」、「寬度_6公尺」、「寬度_10公尺」、「障礙物(如攤販)_寬度減半」、「障礙物(如攤販)_無」及「無障礙設施_完善無破損」。顯然地，骯髒的環境無法被一般大眾接受。受訪者依然期待人行道環境寬敞且舒適。商業及機車佔地會降低人行道環境服務水準，尤其經常使用嬰兒推車及輪椅的族群的感受更強烈。

本計畫使用概似比檢定比較一般排序普羅比選擇模式、隨機係數排序普羅比選擇模式及潛在類別排序普羅比模式。一般排序普羅比選擇模式及隨機係數排序普羅比選擇模式進行檢定，在顯著水準0.05與 $X^2 = 156.6 > X_{0.05}^2(16) = 26.3$ ，表示隨機係數排序普羅比選擇模式較於一般排序普羅比選擇模式解釋能力佳。潛在類別排序普羅比模式優於一般排序普羅比選擇模式， $X^2 = 334.69 > X_{0.05}^2(31) = 44$ ，表示。潛在類別排序普羅比模式解釋能力優於隨機係數排序普羅比選擇模式，故潛在類別排序普羅比模式為最佳模式。

4.2 臺中市人行道現況分析結果

本計畫收集受訪者對臺中市區人行道實際的感受，每項屬性皆分為三個等級，請受訪者填答平常行經臺中市人行道各項屬性的狀況，並以百分比作答。透過此設計可以得知每位民眾對於臺中市人行道服務水準感受，表6為臺中市人行道環境各項屬性等級的平均百分比。本計畫以模式估計結果及每位受訪者評定各項屬性等級的百分比，得知受訪民眾認為極為重要且劣等級的比例較多項目包括速度與擁擠度、清潔、寬度、障礙物等四項。其中以區隔1之族群多為家有年幼孩童需經常使用嬰兒推車之父母，其認為清潔、寬度及障礙物是極需優先被改善的項目，需要較寬的人行道空間以方便使用嬰兒推車。再者，多數認為臺中市垃圾桶設施設置不足；區隔2之族群多為就業中男性且其家中有超過一位年長者需要照顧，其認為清潔及障礙物是極需優先被改善的項目，因年長者行動較一般民眾緩

慢，障礙物增加年長者其行動上的負擔。再者，也與區隔1相同亦多數認為臺中市垃圾桶設施設置不足。

本計畫結合敘述性偏好模式估計結果與受訪者回答臺中市人行道各項屬性實際現況百分比，計算出每一位受訪者對於現行人行道環境的忍受及期望程度。以一般排序普羅比模式、隨機係數排序普羅比選擇模式及潛在類別排序普羅比模式分別計算出人行道服務水準等級，而後計算總體感受程度，再分別利用性別、年長者、嬰兒推車者作個別分析及探討。

圖2為總體忍受差距。總體忍受差距=「可忍受服務水準-實際服務水準」。為分析臺中市區民眾對於現行臺中市人行道環境的忍受程度，分別根據三種模式的估計結果計算每位受訪者回答臺中市人行道環境之服務水準，透過每位受訪者回答的感受程度，計算整體忍受程度差距。其中，以一般排序普羅比模式及隨機係數排序普羅比選擇模式多分布於-2至0級距中，負值表示實際人行道服務水準高於民眾可忍受程度，民眾可接受現今人行道服務水準等級。潛在類別排序普羅比模式則較左偏分布在-1至1級距中，表示潛在類別排序普羅比模式實際人行道服務水準估計值較一般排序普羅比模式及隨機係數排序普羅比選擇模式來的低。

圖2為總體期望度落差。總體期望度落差=「期望服務水準-實際服務水準」。一般排序普羅比模式及隨機係數排序普羅比選擇模式多分布於0至2級距中，表示民眾對於現行臺中市人行道服務水準期望能再提升約2個等級，潛在類別排序普羅比模式則較左偏分布在2至3級距，表示民眾對於現行臺中市人行道服務水準期望能再提升約2至3個等級。

本研究使用隸屬函數變數如性別，篩選出不同性別或族群之忍受程度及期望程度並同時考量三種模式，利用次數分配統計有效百分比。圖3為依性別之忍受程度及期望程度。將性別納入考量，分別針對男女性忍受度及期望度作個別分析比較。潛在類別排序普羅比模式估計，相較於男性，女性多認為現行臺中市人行環境為較差的等級。不論男性或女性，對服務水準皆有很高的期望。

圖4為年長者之忍受程度及期望程度，分析年長者及非年長對於忍受度及期望度的差異性。潛在類別排序普羅比模式估計中發現，年長者對於人行道現況評訂等級較非年長者還要低，可能為年長者行動較不方便，因此對人行道具有特殊要求，而現況服務水準不佳。在期望度方面，皆認為可以提升1至2個等級。

圖5為使用嬰兒推車者及非使用嬰兒推車者之忍受程度及期望程度。在使用嬰兒推車者方面，多數認為現行人行道環境不錯，在潛在類別排序普羅比模式多數可忍受現行環境，但仍然期望可以提升1至2個等級。

圖6為統整三種模式個別服務水準比例分布圖。一般排序普羅比模式及隨機係數排序普羅比選擇模式以等級C最多，其次為等級B；潛在類別排序普羅比模式由於考慮條件較嚴格，因此服務水準等級多分布在等級C，其次為等級D。

4.3 快捷公車站敘述性偏好模式估計結果

本研究另外對臺中市快捷公車站附近的人行穿越道進行分析。模式估計先使

用一般排序普羅比模式進行估計，校估結果如表7。質化虛擬變數的設定，有3個屬性(汽機車速度限制、斑馬線識別度、行人號誌)為3個水準值；有6個屬性(路口照明、行人保護設施、穿越道路面品質、路口斜坡道、行人-自行車分隔、行人警示標誌)為2個水準值。路口行人停等為量化屬性，有3個水準值。10個屬性變數的t值均達到1%顯著水準 ($|t| > 2.56$)，且符號正負皆符合預期。如路口行人停等的時間為負號，表示旅客偏好較短的等待時間。「斑馬線識別度_高」之係數值為0.7073，較其他變數高，表示旅客非常重視穿越道識別度。

隨機係數排序普羅比模式估計結果如表8。個體偏好異質隨機係數假設常態分配，隨機係數中每項變數的t值均達到1%顯著水準 ($|t| > 2.56$)，且符號正負皆符合預期，表示屬性的偏好具有個體異質性。使用概似比檢定比較一般排序普羅比與隨機係數排序普羅比模式，在顯著水準0.05與檢定統計量 $\chi^2 = 159.0012 > \chi_{0.05}^2(13) = 22.36$ ，隨機係數排序普羅比模式較佳。

潛在類別排序普羅比模式之區隔數，從一個區隔，逐一增加區隔數，直到無法顯著改進配適度。使用AIC與BIC來判斷最佳區隔數，如表9。AIC最低落在三個區隔，BIC最低落在兩個區隔，由於三個區隔會有參數不穩定現象。兩個區隔之AIC優於一個區隔，故最佳區隔數選擇兩個區隔。潛在類別排序普羅比模式之分析結果，如表10。隸屬函數加入年齡、年齡×性別及接駁運具。年齡使用連續變數，性別及接駁運具皆使用0與1的虛擬變數。

區隔1的旅客多為年齡較大、特別是年長女性，以及接駁運具非使用自行車或步行，對於人行穿越道設施較重視穿越道路面品質、路口斜坡道、行人穿越道識別度及行人號誌設置。區隔2的旅客多為年齡較小、年輕男性，以及接駁運具使用自行車或步行，每項人行環境設施對於該群人都非常重要。

4.4 臺中市快捷公車站現況分析結果

本研究收集臺中市21個快捷公車站的屬性資料，計算服務水準等級，如表11。利用敘述性偏好的情境架構，了解每一站的人行穿越道設施。選擇解釋能力較佳的隨機係數排序普羅比模式，並運用校估參數計算服務水準。旅客可忍受的安全性服務水準平均為C到D級之間，期望達到的安全性服務水準平均為A到B級，如圖7。目前有7個車站為D級，與最低可忍受的安全性服務水準差0至1個級距。另外14個車站為C級，與期望可達到的安全性服務水準差1至2個級距。

五、結論與建議

過去人行道服務水準評定多使用行人流為主要指標。本研究增加許多其他項目，路段如照明、清潔、寬度、路面平穩、障礙物等；路口如：汽機車速度限制、路口行人停等、行人保護設施、穿越道路面品質等。以量化質化因素建立一套完善之人行道服務水準評定機制。不同族群有不同的需求特性，本研究考量特殊族群的需要(如年長者)，可供未來人行道環境改善及建置參考。本研究使用敘述性偏好設計建立虛擬情境，得以了解受訪者對屬性之偏好，再利用一般排序普羅比選擇模式、隨機係數排序普羅比選擇模式及潛在類別排序普羅比模式等，進行

模式參數校估。利用校估結果進一步計算臺中市人行道服務水準。

臺中市人行道路段服務水準還可以接受但民眾期望可以提升服務水準1至2個等級。使用潛在類別排序普羅比模式可了解族群屬性及其需求，以及區隔間之差異性。區隔1為有年幼孩童需經常使用嬰兒推車，是否有設置斜坡道有很大的影響；考量年幼孩童的安全性，機車行駛在人行道也是一項極需改善的情況。區隔2為就業中男性且其家中成員有超過一位年長者，年長者行動較不方便。落差較大的階梯、不平穩的路面、照明較昏暗、是否設置斜坡道對服務水準有很大的影響。不同族群的需求具有明顯差異，但皆認為現行人行道環境尚可以再提升1至2個等級。

迫切需要改善之項目以速度與擁擠度、清潔、寬度及障礙物四個項目為主。臺灣地狹人稠，臺中市又身為臺灣重要都市之一的高密度地區，在人口眾多的情況下，較容易導致擁擠及髒亂等現象。考量不同族群之需求，建議改善人行速度與擁擠度、清潔、寬度及障礙物。未來可透過都市計劃以增加人行道路面寬度改善人行道環境。既有的人行道應減少機車停放以增加空間供民眾通行。人行道空間增加可改善擁擠問題，民眾可依自己速度行走，較不會被身邊人群受限。除此之外，臺中市政府可效仿臺北市政府在人行道環境多設置公共垃圾桶，減少人行道路面髒亂及垃圾問題，並同時提倡垃圾不落地的觀念。

本研究亦使用敘述性偏好設計收集搭乘快捷公車之旅客，評估人行穿越道設施的感受，以及可忍受與期望的安全性服務水準。利用模式校估結果的參數，計算目前營運快捷公車21站的安全服務水準。透過解釋能力最好的隨機係數排序普羅比模式計算，有七個車站的安全性服務水準為D級，低於旅客普遍可以忍受的等級。改善方向可朝向旅客較重視的屬性，如行人穿越道識別度，可改為特殊顏色與增加夜間閃燈；穿越道路面品質，應保持平整無破損；目前沒有任何一站有設置行人警示標誌，未來可考慮增設可夜間閃光的標誌。

透過潛在類別排序普羅比模式，了解特殊族群對改善快捷公車站人行環境設施的偏好。隨機係數排序普羅比模式估計結果，屬性皆非常顯著並具有個體異質性。潛在類別排序普羅比模式最佳區隔數為二，隸屬函數為年齡、年齡與性別的交互作用及接駁運具種類。區隔1的族群為年長者、尤其是年長女性，以及非使用自行車或步行為接駁運具的旅客。針對此族群應保持行人穿越道路面的平整、路口轉角設有斜坡道、穿越道之標線使用特殊顏色或加裝夜間閃燈，以及裝設夜間有閃光之行人警示標誌。區隔2的族群為年輕者、尤其是年輕男性，以及使用自行車或步行為接駁運具的旅客，對於每項屬性都很重視。本計畫研究結果可供臺中市政府對快捷公車附近的人行穿越道提升服務水準，改善行人的交通安全。

六、計畫成果自評部分

本研究探討人行環境，希望行人行走時能感到更加舒適與安全。為提升人行整體服務水準，必須考量不同族群之需求與偏好，以提供完善的服務設施。性別友善不僅考慮性別，也應考量孕婦、年長者及推車者等族群之特殊需求。本研究以敘述性偏好法蒐集資料，考量量化與質化屬性，建立一套完整人行道環境評分機制，符合傳統服務水準A-F六等級。本研究利用多種排序選擇模式並考量參數異質性及計算每位受訪者所感受之整體人行道路段服務水準。臺中市現行人行道路段服務水準低於民眾期望程度，還有改善空間以提升人行道之服務水準。另外，本研究提出評估臺中市快捷公車站周圍人行環境的安全性服務水準模式。結果顯示目前快捷公車站附近的人行穿越道安全性服務水準，有7個車站為D級，其他14個車站皆為C級，低於民眾期待的A或B級，仍需要提升人行環境之服務水準。

本研究內容與原計畫相符程度高，已達成主要的研究目的與預期成果，本研究包含理論架構的推導和實證，具有學術和實務參考價值。研究內容將發表於國外學術研討會並投稿期刊。

參考文獻

- 許添本、趙晉緯 (2007)，「人行空間服務水準綜合評估之研究」，*規劃學報*，第三十四期，頁89-112。
- 楊豐博等人 (2011)，「2011年臺灣公路容量手冊」，臺北市：交通部運輸研究所。
- Anastasopoulos, P.C., Karlaftis, M.G., Haddock, J.E., Mannering, F.L. (2012) "Household automobile and motorcycle ownership analyzed with random parameters bivariate ordered probit model," *Transportation Research Record*, No. 2279, pp. 12-20.
- Barton, B.K., Ulrich, T., Lyday, B. (2011) "The roles of gender, age and cognitive development in children's pedestrian route selection," *Child, Care, Health and Development*, Vol. 38, No. 2, pp. 280-286.
- Bernhoft, I.M., Carstensen, G. (2008) "Preferences and behaviour of pedestrians and cyclists by age and gender," *Transportation Research Part F*, Vol. 11, No. 2, pp. 83-95.
- Bian, Y., Ma, J., Rong, J., Wang, W., Lu, Jian, L. (2009) "Pedestrians' level of service at signalized intersections in China," *Transportation Research Record*, No. 2114, pp. 83-89.
- Bordagaray, M., Ibeas, A., dell'Olio, L. (2012) "Modeling user perception of public bicycle services," *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 54, pp. 1308-1316.
- Chin, H.C., Debnath, A.K. (2009) "Modeling perceived collision risk in port water navigation," *Safety Science*, Vol. 47, No. 10, pp. 1410-1416.
- Christoforou, Z., Cohen, S., Karlaftis, M.G. (2010) "Vehicle occupant injury severity on highways: An empirical investigation," *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 42, No. 6, pp. 1606-1620.

- Correia, AR., Wirasinghe, S.C. (2007) "Development of level of service standards for airport facilities: Application to São Paulo international airport," *Journal of Air Transport Management*, Vol. 13, No. 2, pp. 97-103.
- Correia, AR., Wirasinghe, S.C. (2008) "Analysis of level of service at airport departure lounges: user perception approach," *Journal of Transportation Engineering*, Vol. 134, No. 2, pp. 105-109.
- Dandan, T., Wei, W., Jian, LU., Yang, B. (2007) "Research on methods of assessing pedestrian level of service for sidewalk," *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, Vol. 7, No. 5, pp.74-79.
- Dell'Olio, L., Ibeas, A., Cecín, P. (2010), "Modelling user perception of bus transit quality," *Transport Policy*, Vol. 17, No. 6, pp. 388-397.
- Dowling, R., Flannery, A., Landis, B., Petritsch, T., Roupail, N., Ryus, P. (2008) "Multimodal level of service for urban streets," *Transportation Research Record*, No. 2071, pp. 1-7.
- Eluru, N., Bhat, C.R., Hensher D.A. (2008) "A mixed generalized ordered response model for examining pedestrian and bicyclist injury severity level in traffic crashes," *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 40, No. 3, pp. 1033-1054.
- Eluru, N., Bagheri, M., Miranda-Moreno, L.F., Fu, L. (2012) "A latent class modeling approach for identifying vehicle driver injury severity factors at highway-railway crossings," *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 47, pp. 119-127.
- Fang, F., Pecheux, K. (2009) "Fuzzy data mining approach for quantifying signalized intersection level of services based on user perceptions," *Journal of Transportation Engineering*, Vol.135, No. 6, pp. 349-358.
- Fanf, F.C., Elefteriadou, L., Pecheux, K.K., Pietrucha, M. (2003) "Using fuzzy clustering of user perception to define levels of service at signalized intersections," *Journal of Transportation Engineering*, Vol. 129, pp. 657-663.
- Flannery, A., Mcleod, D., Pedersen, N.J. (2006) "Customer-based measures of level of service," *Institute of Transportation Engineers*, Vol. 76, No.5, pp.17-21.
- Flannery, A., Roupail, N., Reinke, D. (2008) "Analysis and modeling of automobile users' perceptions of quality of service on urban streets," *Transportation Research Record*, No. 2071, pp. 26-34.
- Fearnley, N., Flugel, S., Ramjerdi, F. (2011) "Passengers' valuations of universal design measures in public transport," *Research in Transportation Business & Management*, Vol. 2, pp. 83-91.
- Furnell, S.M., Bryant, P., Phippen, A.D. (2007) "Assessing the security perceptions of personal Internet users," *Computers & Security*, Vol. 26, No. 5, pp. 410-417.
- George, R. (2003) "Tourist's perceptions of safety and security while visiting Cape Town," *Tourism Management*, Vol. 24, No. 5, pp. 575-585.
- Gitelman, V., Balasha, D., Carmel, R., Hendel, L., Pesahov, F. (2012) "Characterization of pedestrian accidents and an examination of infrastructure measures to improve pedestrian safety in Israel," *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 44, No. 1, pp.63-73.
- Granié, M. (2007) "Gender differences in preschool children's declared and behavioral compliance with pedestrian rules," *Transportation Research Part F*, Vol. 10, No. 5, pp. 371-382.
- Granie, M.A. (2009) "Effects of gender, sex-stereotype conformity, age and internalization on risk-taking among adolescent pedestrians," *Safety Science*, Vol. 47, pp. 1277-1283.
- Greene, W.H. and Hensher, D.A. (2010) "Modeling Ordered Choices: A Primer and Recent Developments," Cambridge, United Kingdom: Cambridge University

- Press.
- Guo, Z. (2009) "Does the pedestrian environment affect the utility of walking? A case of path choice in downtown Boston," *Transportation Research Part D*, Vol. 14, No. 5, pp. 343-352.
- Guo, Z., Loo, B.P.Y. (2013) "Pedestrian environment and route choice: Evidence from New York city and Hong Kong," *Journal of Transport Geography*, Vol.28, pp. 124-136.
- Hankey, S., Lindsey, G., Wang, X., Borah, J., Hoff, K., Utecht, B., Xu, Z. (2012) "Estimating use of non-motorized infrastructure: Models of bicycle and pedestrian traffic in Minneapolis, MN," *Landscape and Urban Planning*, Vol.107, No. 3, pp.307-316.
- Highway Capacity Manual (1985). Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C.
- Highway Capacity Manual (2000). Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C.
- Highway Capacity Manual (2010). Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C.
- Holland, C., Hill, R. (2007) "The effect of age, gender and driver status on pedestrians' intentions to cross the road in risky situations," *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 39, No. 2, pp. 224-237.
- Holland, C., Hill, R. (2010) "Gender differences in factors predicting unsafe crossing decisions in adult pedestrians across the lifespan: A simulation study," *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 42, pp. 1097-1106.
- Hummer, J.E., Roupail, N., Hughes, R.G., Fain, S.J., Toole, J.L., Patten, R.S., Schneider, R.J., Monahan, J.F., Do, A. (2005) "User perceptions of the quality of service on shared paths," *Transportation Research Record*, No. 1939, pp. 28-36.
- Hubbard, S.M.L., Awwad, R.J., Bullock, D.M. (2007) "Assessing the impact of turning vehicles on pedestrian level of service at signalized intersections," *Transportation Research Record*, No. 2027, pp. 27-36.
- Hubbard, SM., Bullock, D.M., Mannering, F. (2009) "Right turns on green and pedestrian level of service: Statistical assessment," *Journal of Transportation Engineering*, Vol. 135, No. 4, pp. 153-159.
- Jensen, S.U. (2007) "Pedestrian and bicyclist level of service on roadway segments," *Transportation Research Record*, No. 2031, pp. 43-51.
- Kaparias, L., Bell, M.G.H., Miri, A., Chan, C., Mount, B. (2012) "Analyzing the perceptions of pedestrians and drivers to shared space," *Transportation Research Part F*, Vol. 26, pp. 297-310.
- Kelly, C.E., Tight, M.R., Hodgson, F.C., Page, M.W. (2011) "A comparison of three methods for assessing the walkability of the pedestrian environment," *Journal of Transport Geography*, Vol. 19, pp. 1500-1508.
- Kerr, J., Frank, L., Sallis, J.F., Chapman, J. (2007) "Urban form correlates of pedestrian travel in youth: Differences by gender, race-ethnicity and household attributes," *Transportation Research Part D*, Vol. 12, No. 3, pp. 177-182.
- Khan, A., Mills, T. (2003). "Pedestrian-Transit Connection Analysis", Portland, TriMet.
- Khan, F.M., Jawaid, M., Chotani, H., Luby, S. (1999) "Pedestrian environment and behavior in Karachi, Pakistan," *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 31, No. 4, pp. 335-339.
- Khisty, C.J. (1994) "Evaluation of pedestrian facilities: Beyond the level-of-service concept," *Transportation Research Record*, No. 1438, pp. 45-50.

- Koh, P.P., Wong, Y.D. (2012) "A user-rated serviceability model (LOSAM) for nonmotorized traffic in Singapore," *Institute of Transportation Engineers*, Vol. 82, No.12, pp.39-43.
- Landis, B.W., Vattikuti, V.R., Ottenberg, R.M., Mcleod, D.S., Guttenplan, M. (2001) "Modeling the roadside walking environment: Pedestrian level of service," *Transportation Research Record*, No. 1773, pp. 82-88.
- Landis, B.W., Vattikuti, V.R., Brannick, M.T. (1997) "Real-time human perceptions: Toward a bicycle level of service," *Transportation Research Record*, No. 1578, pp. 119-126.
- Lee, D., Kim, T.G., Pietrucha, M.T. (2007) "Incorporation of transportation user perception into evaluation of service quality of signalize intersection," *Transportation Research Record*, No. 2027, pp. 9-18.
- Lee, B.J., Jang, T.Y., Wang, W., Namgung, M. (2009) "Design criteria for an urban sidewalk landscape considering emotional perception," *Journal of Urban Planning and Development*, Vol. 135, pp. 133-140.
- Lee, J., Goh, P., Lam, W. (2005) "New level-of-service standard for signalized crosswalks with bi-directional pedestrian flows," *Journal of Transportation Engineering*, Vol. 131, pp. 957-960.
- Lemp, J.D., Kockelman, K.M., Unnikrishnan, A. (2011) "Analysis of large truck crash severity using heteroskedastic ordered probit models," *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 43, No. 1, pp. 370-380.
- McBurney, A. (2014) "Safe routes to transit - toolkits for safe crossings in metro Atlanta," Atlanta, PEDS.
- McKelvey, R.D., Zavoina, W. (1975) "A statistical model for the analysis of ordinal level dependent variances," *Journal of Mathematical Sociology*, Vol. 4, pp.103-120.
- McCormack, G.R., Friedenreich, C., Sandalack, B.A., Giles-Corti, B., Doyle-Baker, P.K., Shiell, A. (2012) "The relationship between cluster-analysis derived walkability and local recreational and transportation walking among Canadian adults," *Health & Place*, Vol. 18, No. 5, pp. 1079-1087.
- Mead, J., Zegeer, C., Bushell, M. (2013). "Evaluation of Pedestrian-Related Roadway Measures: A Summary of Available Research," Federal Highway Administration.
- Mendoza, J.F., Oliver-Solà, Jordi., Gabarrell, X., Rieradevall, J., Josa, A. (2012) "Planning strategies for promoting environmentally suitable pedestrian pavements in cities," *Transportation Research Part D*, Vol. 17, NO. 6, pp. 442-450.
- Mohamed, M.G., Saunier, N., Miranda-Moreno, L.F., Ukkusuri, S.V. (2013) "A clustering regression approach: A comprehensive injury severity analysis of pedestrian-vehicle crashes in New York, US and Montreal, Canada," *Safety Science*, Vol. 54, pp. 27-37.
- Muraleetharan, T., Hagiwara, T. (2007) "Overall level of service of urban walking environment and its influence on pedestrian route choice behavior analysis of pedestrian travel in Sapporo, Japan," *Transportation Research Record*, No. 2002, pp. 7-17.
- Muraleetharan, T., Adachi, T., Uchiad, K.E., Hagiwara, T., Kagaya, S. (2003) "A study on evaluation of pedestrian level of service along sidewalks and at intersections using conjoint analysis," *Proceedings of Infrastructure Planning*, Vol. 28, pp. 290-299.
- Muraleetharan, T., Adachi, T., Hagiwara, T., Kagaya, S. (2005) "Method to determine pedestrian level-of-service for crosswalks at urban intersections," *Journal of the*

- Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 6, pp. 127-136.
- Muller, P.J., Young, S.E., Vogt, M.N. (2007) "Personal rapid transit safety and security on university campus," *Transportation Research Record*, No. 2006, pp. 95-103.
- Nabors, D., Schneider, R., Leven, D., Lieberman, K., Mitchell, C. (2008) Pedestrian safety guide for transit agencies. Washington, Federal Highway Administration Office of Safety.
- Nazelle, A. and Rodríguez, D.A. (2009) "Tradeoffs in incremental changes towards pedestrian-friendly environments: Physical activity and pollution exposure," *Transportation Research Part D*, Vol. 14, No. 4, pp. 255-263.
- Nikolopoulou, M., Kleissl, J., Linden, P.F., Lykoudis, S. (2011) "Pedestrians' perception of environmental stimuli through field surveys: Focus on particulate pollution," *Science of the Total Environment*, Vol. 409, pp. 2493-2502.
- Odeck, J., Hagen, T., Fearnley, N. (2010) "Economic appraisal of universal design in transport: Experiences from Norway," *Research in Transportation Economics*, Vol. 29, No. 1, pp. 304-311.
- Papadimitriou, E., Theofilatos, A., Yannis, Georga. (2013) "Patterns of pedestrian attitudes, perceptions and behavior in Europe," *Safety Science*, Vol. 53, pp. 114-122.
- Papadimitriou, E., Yannis, G., Golias, J. (2009) "A critical assessment of pedestrian behaviour models," *Transportation Research Part F*, Vol. 12, No. 3, pp. 242-255.
- Papadimitriou, E., Mylona, V., Golias, J. (2010) "Perceived level of service, driver, and traffic characteristics: Piecewise linear model." *Journal of Transportation Engineering*, Vol. 136, No. 10, pp. 887-894.
- Paleti, R., Eluru, N., Bhat, C.R. (2010) "Examining the influence of aggressive driving behavior on driver injury severity in traffic crashes," *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 42, No. 6, pp.1839-1854.
- Petritsch, T.A., Landis, B.W., McLeod, P.S., Huang, H.F., Challa, S., Guttenplan, M. (2005) "Level-of-service model for pedestrians at signalized intersections," *Transportation Research Record*, No. 1939, pp. 55-62.
- Petritsch, T.A., Landis, B.W., McLeod, P.S., Huang, H.F., Challa, S., Skaggs, C.L., Guttenplan, M., Vattikuti, V. (2006) "Pedestrian level-of-service model for urban arterial facilities with sidewalks," *Transportation Research Record*, No.1982, pp. 84-89.
- Petritsch, T.A., Landis, B.W., Huang, H.F., Dowling, R. (2008) "Pedestrian level of service model for arterials," *Transportation Research Record*, No. 2073, pp. 58-68.
- Petritsch, T.A., Ozkul, S., Mcleod, P., Landis, B., Mcleod, D. (2010) "Quantifying bicyclists' perceptions of shared-use paths adjacent to the roadway," *Transportation Research Record*, No. 2198, pp. 124-132.
- Rahaman, K.R., Lourenco, J.N., Viegas, J.M. (2012) "Perception of pedestrians and shopkeepers in European medium-sized cities: Study of Guimaraes, Portugal," *Journal of Urban Planning and Development*, Vol. 138, No. 1, pp. 26-34.
- Rossenbloom, T., Beigel, A., Eldror, E. (2011) "Attitudes, behavioral intentions, and risk perceptions of fatigued pedestrians," *Social Behavior and Personality*, Vol. 39, No. 9, pp. 1263-1270.
- Roess, R.P., Vandehey, M.A., Kittelson, W. (2010) "Level of service: 2010 and beyond," *Transportation Research Record*, No. 2173, pp. 20-27.
- Rohlich, N., Haas, P.J., Edwards, F.L. (2010) "Exploring the effectiveness of transit security awareness campaigns in the San Francisco Bay area, California,"

- Transportation Research Record*, No. 2146, pp. 92-99.
- Sarkar, S. (1993) "Determination of service levels for pedestrians, with European examples," *Transportation Research Record*, No. 1405, pp. 35-42.
- Shafizadeh, K., Mannering, F. (2006) "Statistical modeling of user perceptions of infrastructure condition: Application to the case of highway roughness," *Journal of Transportation Engineering*, Vol. 132, No. 2, pp. 133-140.
- Shafizaden, K., Mannering, F. (2006) "Statistical modeling of user perceptions of infrastructure condition: Application to the case of highway roughness," *Journal of Transportation Engineering*, Vol. 132, No. 2, pp. 133-140.
- Sisiopiku, V.P., Akin, D. (1999) "Pedestrian behaviors at and perceptions towards various pedestrian facilities: An examination base on observation and survey data," *Transportation Research Part F*, Vol. 6, pp. 249-274.
- Sisiopiku, V.P., Byrd, J., Chittoor, A. (2007) "Application of level-of-service methods for evaluation of operations at pedestrian facilities," *Transportation Research Record*, No. 2002, pp. 117-124.
- Souche, S., Raux, C., Croissant, Y. (2012) "On the perceived justice of urban road pricing: An empirical study in Lyon," *Transportation Research Part A*, Vol. 46, No. 7, pp. 1124-1136.
- Starnes, M.J., Hadjizacharia, P., Chan, L.S., Demetriades, D. (2011) "Automobile versus pedestrian injuries: does gender matter," *The Journal of Emergency Medicine*, Vol. 40, No. 6, pp. 617-622.
- Thakuriah, P., Metaxatos, P., Lin, J., Jensen, E. (2012) "An examination of factors affecting propensities to use bicycle and pedestrian facilities in suburban locations," *Transportation Research Part D*, Vol. 17, No. 4, pp.341-348.
- Tom, A., Granie, M.A. (2011) "Gender differences in pedestrian rule compliance and visual search at signalized and unsignalized crossroads," *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 43, No. 5, pp. 1794-1801.
- Ukkusuri, S., Hasan, S., Aziz, H.M.A. (2011) "Random parameter model used to explain effects of built-environment characteristics on pedestrian crash frequency," *Transportation Research Record*, No. 2237, pp. 98-106.
- Wang, X., Kockelman, K.M. (2005) "Used of heteroscedastic ordered logit model to study severity of occupant injury," *Transportation Research Record*, No. 1908, pp. 195-204.
- Wang, W., Li, P., Wang, W., Namgung, M. (2012) "Exploring determinants of pedestrians' satisfaction with sidewalk environments: Case study in Korea," *Journal of Urban Planning and Development*, Vol. 138, pp. 166-172.
- Washburn, S.S., Kirschner, D.S. (2006) "Rural freeway level of service based on traveler perception," *Transportation Research Record*, No. 1988, pp. 31-37.
- Wey, W.-M., Chiu, Y.-H.(2013) "Assessing the walkability of pedestrian environment under the transit-oriented development," *Habitat International*, Vol. 38, pp. 106-118.
- Xi, H., Son, Y.J. (2012) "Two-level modeling framework for pedestrian route choice and walking behaviors," *Simulation Modelling Practice and Theory*, Vol. 22, pp. 28-46.
- Yamamoto, T., Hashiji, J., Shankar, V.N. (2008) "Underreporting in traffic accident data, bias in parameters and the structure of injury severity models," *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 40, No. 4, pp. 1320-1329.
- Zhang, L., Archilla, A.R., Prevedouros, P.D. (2007) "Ordered probit modeling of user perceptions of protected left-turn signals," *Journal of Transportation Engineering*, Vol. 133, No. 3, pp. 205-214.

表 1 人行道路段敘述性偏好設計參考屬性

屬性	服務水準等級	參考文獻
行人速度及擁擠度	3: (行走自如、速度受限且稍微擁擠、走走停停且與對向行走衝突)	[2][4][6]
照明	3: (夜間明亮、普通、夜間昏暗)	[1][3][7][10]
清潔	3: (乾淨沒有垃圾、些許垃圾與髒污、很多垃圾與大片髒汙)	[3][7]
寬度	3: (10 公尺、6 公尺、2 公尺)	[2][3][5][7][8][10][11]
路面平穩	3: (無階梯落差、出現 1 次階梯落差、出現 3 次階梯落差)	[3][5][9][10]
路面好壞	3: (完善無破損、有些微破損、嚴重且多處碎裂)	[5][9]
障礙物(如攤販)	3: (無、寬度減半、只剩一人可通行)	[3][5][6][7][8]
機車與自行車	3: (未出現在人行道、停在人行道上、在人行道行駛)	[1][2]
車道阻隔	3: (圍欄與植栽、緣石阻隔、無阻隔)	[4][5]
無障礙設施	3: (完善無破損、有些微破損、未設置)	[1][5][9][10]

資料來源：[1] Jaskiewicz (2000); [2] Muraleetharan et al. (2003); [3] Heuman et al. (2005); [4] Tan et al. (2007); [5] Construction and planning Agency Ministry of the interior, ROC (2010); [6] Miranda et al. (2011); [7] Kelly et al. (2011); [8] Kim et al. (2011); [9] Rahaman et al. (2011); [10] Wang et al. (2012); [11] Mohanty (2013); [12] Guo et al. (2013)

表 2 行人服務水準

服務水準等級	分數
A	≤ 2.00
B	> 2.00 and ≤ 2.75
C	> 2.75 and ≤ 3.50
D	> 3.50 and ≤ 4.25
E	> 4.25 and ≤ 5.00
F	> 5.00

資料來源：Highway Capacity Manual (2010)

表 3 一般排序普羅比模式估計結果 (人行道路段)

變數	係數	t 值
常數項	1.2670	11.33
速度與擁擠度_速度受限且稍微擁擠	0.2993	4.80
速度與擁擠度_行走自如	0.5572	8.87
照明_普通	0.1112	1.79
照明_夜間明亮	0.2027	3.25
清潔_些許垃圾與髒汙	0.4403	-7.08
清潔_乾淨沒有垃圾	0.6279	-9.90
寬度_6 公尺	0.4436	7.10
寬度_10 公尺	0.6951	11.02
路面平穩_出現 1 次階梯落差	-0.1023	-1.64
路面平穩_出現 3 次階梯落差	-0.2638	-4.24
路面好壞_有些微破損	0.1184	1.91
路面好壞_嚴重且多處碎裂	0.1971	3.15
障礙物(如攤販)_寬度減半	-0.8821	-9.95
障礙物(如攤販)_無	-1.3901	-21.76
機車與自行車_停在人行道上	0.0623	1.01
機車與自行車_未出現在人行道	0.1927	3.07
車道阻隔_圍欄與植栽	0.2203	3.98
無障礙設施_有些微破損	0.0575	0.92
無障礙設施_完善無破損	0.1667	2.68
門檻值		
μ_1	0.9383	31.54
μ_2	1.6539	50.12
μ_3	2.5166	57.03
μ_4	3.5363	45.14
對數概似函數值		-2529.4989
ρ^2		0.1225

表 4 隨機係數排序普羅比選擇模式估計結果 (人行道路段)

變數	係數	t 值
非隨機參數		
常數項	2.0501	15.73
路面平穩_出現 1 次階梯落差	-0.1492	-2.22
路面好壞_嚴重且多處碎裂	0.2555	3.86
機車與自行車_停在人行道上	0.1186	1.74
隨機參數		
速度與擁擠度_速度受限且稍微擁擠	0.4368	6.43
速度與擁擠度_行走自如	0.9088	13.04
照明_普通	0.1607	2.36
照明_夜間明亮	0.2966	4.24
清潔_些許垃圾與髒汙	-0.6656	-9.61
清潔_乾淨沒有垃圾	-1.0019	-14.53
寬度_6 公尺	0.7387	10.46
寬度_10 公尺	1.1212	15.56
路面平穩_出現 3 次階梯落差	-0.4024	-5.79
路面好壞_有些微破損	0.1822	2.69
障礙物(如攤販)_寬度減半	-1.4006	-20.38
障礙物(如攤販)_無	-2.3005	-28.98
機車與自行車_未出現在人行道	0.3149	4.56
車道阻隔_圍欄與植栽	0.2639	4.25
無障礙設施_有些微破損	0.1171	1.71
無障礙設施_完善無破損	0.2984	4.41
尺度參數		
速度與擁擠度_速度受限且稍微擁擠	0.4502	9.42
速度與擁擠度_行走自如	0.6509	13.60
照明_普通	0.3265	6.92
照明_夜間明亮	0.2974	6.41
清潔_些許垃圾與髒汙	0.3246	6.91
清潔_乾淨沒有垃圾	0.7630	15.20
寬度_6 公尺	0.1814	3.88
寬度_10 公尺	0.2122	4.67
路面平穩_出現 3 次階梯落差	0.6417	13.14
路面好壞_有些微破損	0.4403	9.62
障礙物(如攤販)_寬度減半	0.6377	13.04
障礙物(如攤販)_無	1.1894	21.18
機車與自行車_未出現在人行道	0.6732	13.92
車道阻隔_圍欄與植栽	0.4898	9.77
無障礙設施_有些微破損	0.3408	7.34
無障礙設施_完善無破損	0.2994	6.21
門檻值		
μ_1	1.5623	26.33
μ_2	2.6894	37.36
μ_3	3.9916	43.11
μ_4	5.4835	42.14
對數概似函數值	-2451.2516	
ρ^2	0.1497	

表 5 潛在類別排序普羅比估計結果 (人行道路段)

變數	區隔 1		區隔 2	
	係數	t 值	係數	t 值
常數項	2.3229	9.35	0.8934	4.23
速度與擁擠度_速度受限且稍微擁擠	0.4645	4.42	0.1727	1.43
速度與擁擠度_行走自如	0.8366	7.56	0.5668	4.75
照明_普通	0.1506	1.49	0.1870	1.49
照明_夜間明亮	0.2116	1.93	0.2880	2.09
清潔_些許垃圾與髒汙	-0.4688	-4.16	-0.4076	-3.47
清潔_乾淨沒有垃圾	-0.7996	-8.31	-0.7273	-5.72
寬度_6 公尺	0.5958	5.66	0.6706	4.91
寬度_10 公尺	0.7787	7.53	1.0038	7.76
路面平穩_出現 1 次階梯落差	-0.0340	-0.31	-0.2264	-1.79
路面平穩_出現 3 次階梯落差	-0.1058	-1.00	-0.4005	-3.57
路面好壞_有些微破損	0.1450	1.33	0.2066	1.71
路面好壞_嚴重且多處碎裂	0.0635	0.65	0.3323	2.87
障礙物(如攤販)_寬度減半	-0.8566	-7.73	-1.2429	-11.12
障礙物(如攤販)_無	-1.3558	-13.24	-2.0951	-16.58
機車與自行車_停在人行道上	0.1621	1.53	0.0271	0.23
機車與自行車_未出現在人行道	0.3305	3.30	0.0548	0.44
車道阻隔_圍欄與植栽	0.0806	0.80	0.2596	2.23
無障礙設施_有些微破損	0.1010	0.95	0.1371	1.07
無障礙設施_完善無破損	0.1488	1.49	0.2695	2.32
門檻值				
μ_1	1.6171	9.91	1.1569	17.38
μ_2	2.5775	15.20	1.9595	19.97
μ_3	3.6610	20.54	2.6450	18.90
μ_4	4.8426	26.25	3.4914	20.25
隸屬函數				
常數項	2.7239	5.75		
年齡於 65 歲以上	-0.3061	-3.22		
在職中	-1.4001	-4.15		
家中有年長者	-0.5918	-3.24		
行經人行道時間早上 9:00 至 10:59	0.8288	2.30		
行走時使用嬰兒推車	0.3156	-2.15		
行走時使用推車	0.7422	-2.43		
對數概似函數值	-2362.1556			
ρ^2	0.1806			

表 6 臺中市人行道路段顯示性偏好平均服務水準值

等級	最佳水準	%	次等水準	%	劣級水準	%
1.速度與擁擠度	行走自如	38	速度受限且稍微擁擠	36	走走停停且與對向行走衝突	26
2.照明	夜間明亮	42	普通	38	夜間昏暗	20
3.清潔	乾淨沒有垃圾	37	些許垃圾與髒汙	39	很多垃圾與大片髒汙	24
4.寬度	10 公尺	35	6 公尺	39	2 公尺	26
5.路面平穩	無階梯落差	42	出現 1 次階梯落差	39	出現 3 次階梯落差	19
6.路面好壞	完善無破損	42	有些微破損	40	嚴重且多處碎裂	18
7.障礙物(如攤販)	無	42	寬度減半	39	只剩一人可通行	19
8.機車與自行車	未出現在人行道	43	停在人行道上	41	在人行道行駛	16
9.車道阻隔	圍欄與植栽	44	緣石阻隔	35	無阻隔	21
10.無障礙設施	完善無破損	44	有些微破損	35	未設置	21

表 7 一般排序普羅比模式之校估結果 (快捷公車人行穿越道)

變數	係數值	t 值
常數項	0.3299	2.59
汽機車速度限制-適中	0.1820	2.99
汽機車速度限制-低	0.2294	3.75
路口行人停等	-0.1561	-5.10
路口照明	0.4154	7.83
行人保護設施	0.3633	6.87
穿越道路面品質	0.5240	9.82
路口斜坡道	0.4155	7.83
斑馬線識別度-適中	0.2757	4.51
斑馬線識別度-高	0.7073	11.46
行人號誌-適中	0.2471	4.06
行人號誌-高	0.5168	8.40
行人-自行車分隔	0.3398	6.42
行人警示標誌 (夜間閃光)	0.3011	5.70
門檻值		
μ_1	0.7311	17.85
μ_2	1.8468	54.80
μ_3	3.1916	86.72
μ_4	4.3960	69.72
對數概似函數值	-2316.9074	
ρ^2	0.0986	

表 8 隨機係數排序普羅比模式之校估結果 (快捷公車人行穿越道)

變數	係數值	t 值
非隨機參數		
常數項	0.3197	2.31
隨機參數		
汽機車速度限制-適中	0.2629	3.88
汽機車速度限制-低	0.4153	6.30
路口行人停等	-0.2320	-6.87
路口照明	0.5826	10.45
行人保護設施	0.5433	9.49
穿越道路面品質	0.8190	14.11
路口斜坡道	0.6418	10.98
斑馬線識別度-適中	0.3940	5.85
斑馬線識別度-高	1.1158	15.88
行人號誌-適中	0.3793	5.69
行人號誌-高	0.7977	11.76
行人-自行車分隔	0.5505	9.63
行人警示標誌 (夜間閃光)	0.4476	7.90
尺度參數		
汽機車速度限制-適中	0.2040	4.31
汽機車速度限制-低	0.5072	10.53
路口行人停等	0.2461	18.33
路口照明	0.2054	6.17
行人保護設施	0.3250	9.71
穿越道路面品質	0.3759	11.21
路口斜坡道	0.5189	15.25
斑馬線識別度-適中	0.5675	11.49
斑馬線識別度-高	0.6892	13.95
行人號誌-適中	0.4845	10.25
行人號誌-高	0.5317	11.05
行人-自行車分隔	0.1865	5.73
行人警示標誌 (夜間閃光)	0.1916	5.79
門檻值		
μ_1	1.0250	11.75
μ_2	2.6438	26.86
μ_3	4.6531	40.12
μ_4	6.5126	42.47
對數概似函數值	-2237.4068	
ρ^2	0.1296	

表 9 不同區隔數之潛在類別排序普羅比模式 (快捷公車人行穿越道)


區隔	對數概似函數值	ρ^2	AIC	BIC	區隔機率
1	-2316.9074	0.0986	4669.81	4768.97	1
2	-2244.1668	0.1269	4562.33	4766.16	0.2190, 0.7810
3	-2191.8607	0.1472	4495.72	4804.21	0.1211, 0.6710, 0.2079

表 10 潛在類別排序普羅比模式之校估結果 (快捷公車人行穿越道)

變數	區隔 1		區隔 2	
	係數值	t 值	係數值	t 值
常數項	7.5348	2.59	-0.1177	-0.73
汽機車速度限制-適中	0.2180	0.87	0.2004	2.67
汽機車速度限制-低	-0.0706	-0.32	0.3355	4.80
路口行人停等	-0.1146	-0.99	-0.1934	-5.01
路口照明	-0.0795	-0.36	0.5421	8.49
行人保護設施	0.1490	0.72	0.4508	7.09
穿越道路面品質	0.4415	2.28	0.6502	9.70
路口斜坡道	0.5183	2.44	0.4873	7.77
斑馬線識別度-適中	0.1234	0.52	0.3267	4.36
斑馬線識別度-高	1.0948	4.52	0.7789	10.71
行人號誌-適中	0.1320	0.55	0.3078	4.23
行人號誌-高	0.7263	3.01	0.5829	7.97
行人-自行車分隔	0.1525	0.81	0.4396	6.69
行人警示標誌 (夜間閃光)	-0.0440	-0.21	0.4174	6.18
門檻值				
μ_1	5.8855	2.03	0.7854	11.25
μ_2	6.6214	2.30	2.0374	25.23
μ_3	8.5876	2.98	3.5699	36.62
μ_4	10.215	3.55	4.8990	33.87
隸屬函數				
常數項	-2.2701	-4.78		
年齡	0.0319	2.35		
年齡*性別	-0.0154	-1.59		
接駁運具為自行車或步行	-1.1506	-1.82		
區隔機率	0.15		0.85	
對數概似函數值	-2244.1668			
ρ^2	0.1269			

表 11 臺中市快捷公車站之安全性服務水準等級

編號	站名	安全性服務水準分數	安全性服務水準等級
A1	臺中火車站	2.9491	C
A3	仁愛醫院	1.9882	D
A5	茄苳腳	2.5814	D
A6	中正國小	3.8690	C
A7	科博館	3.2461	C
A8	忠明國小	3.0712	C
A9	頂何厝	3.1696	C
A10	市政府	4.0332	C
A11	新光/遠百	3.7927	C
A12	秋紅谷	3.2966	C
A13	福安	3.5082	C
A14	中港新城	3.4506	C
A15	澄清醫院	3.5962	C
A16	玉門路	3.7419	C
A17	榮總/東海大學	3.6538	C
A18	東海別墅	3.5708	C
A19	坪頂	1.8590	D
A20	正英路	1.5882	D
A21	弘光科技大學	2.3427	D
A22	晉江寮	2.5250	D
A23	靜宜大學	2.3427	D

項目	安全性高	安全性適中	安全性低
汽機車速度限制	慢車道30公里/快車道50	慢車道40公里/快車道60	慢車道50公里/快車道70
路口行人停等	紅燈約1分鐘 (違規穿越可能性低)	紅燈約2分鐘	紅燈約3分鐘 (違規穿越可能性高)
路口照明	穿越道路口設置路燈		未設置
行人保護設施	車站外設置護欄		未設置
穿越道路面品質	完善平整無破損		凹凸不平或有坑洞
路口斜坡道	有斜坡或無障礙坡道 (方便輪椅或嬰兒車行走)		未設置
斑馬線識別度	特殊顏色及夜間閃燈 	一般斑馬線	模糊/不清楚 
行人號誌	行人保護時相 	有倒數計時器	未設置
行人-自行車分隔	穿越道與自行車道分隔 		共用穿越道
行人警示標誌 (夜間閃光)	提醒車輛注意行人 		未設置

整體安全性評分					
非常安全	很安全	安全	不安全	很不安全	非常不安全
○ 5分	○ 4分	○ 3分	○ 2分	○ 1分	○ 0分

圖 1 敘述性偏好設計情境範例 (快捷公車人行穿越道)

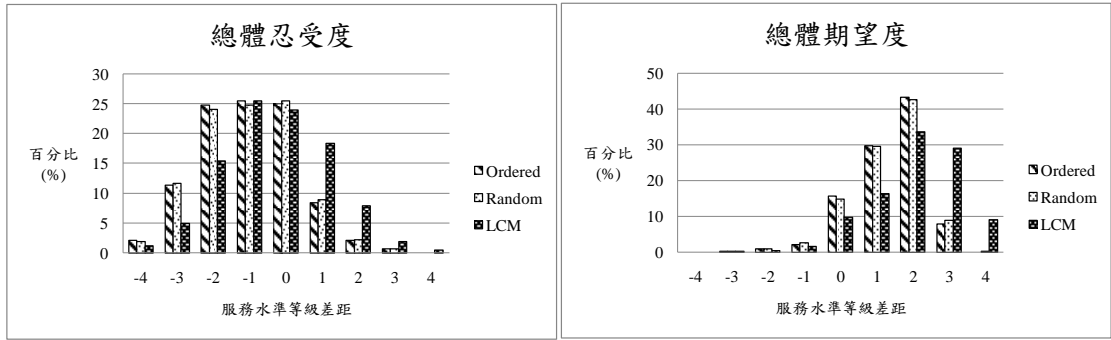


圖 2 總體忍受度及期望度

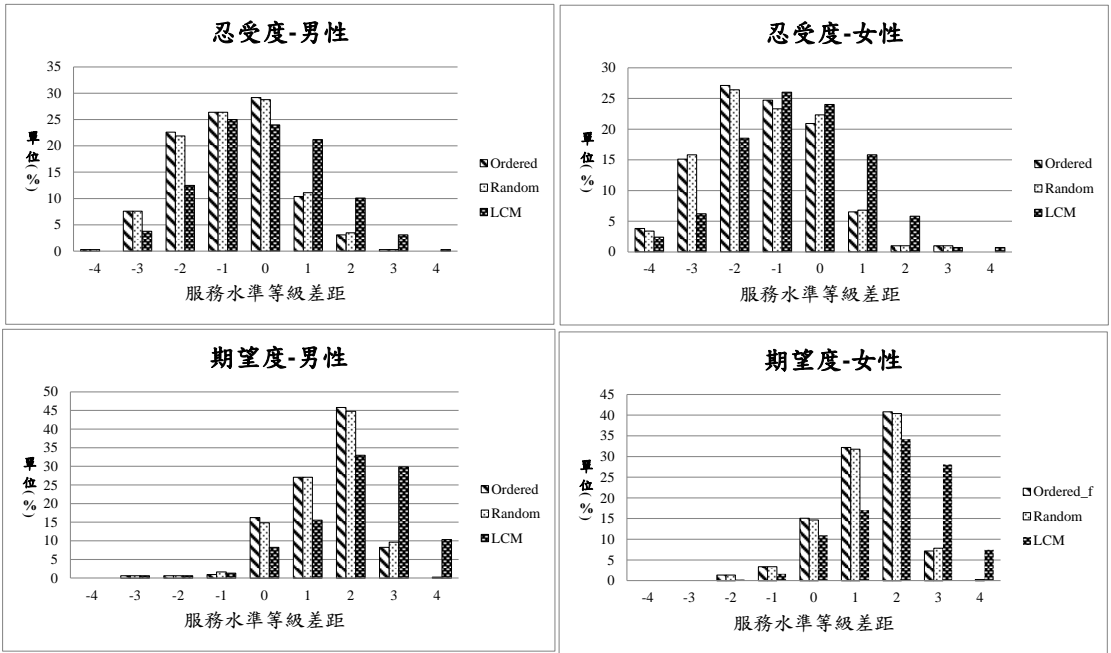


圖 3 依性別之忍受程度及期望程度

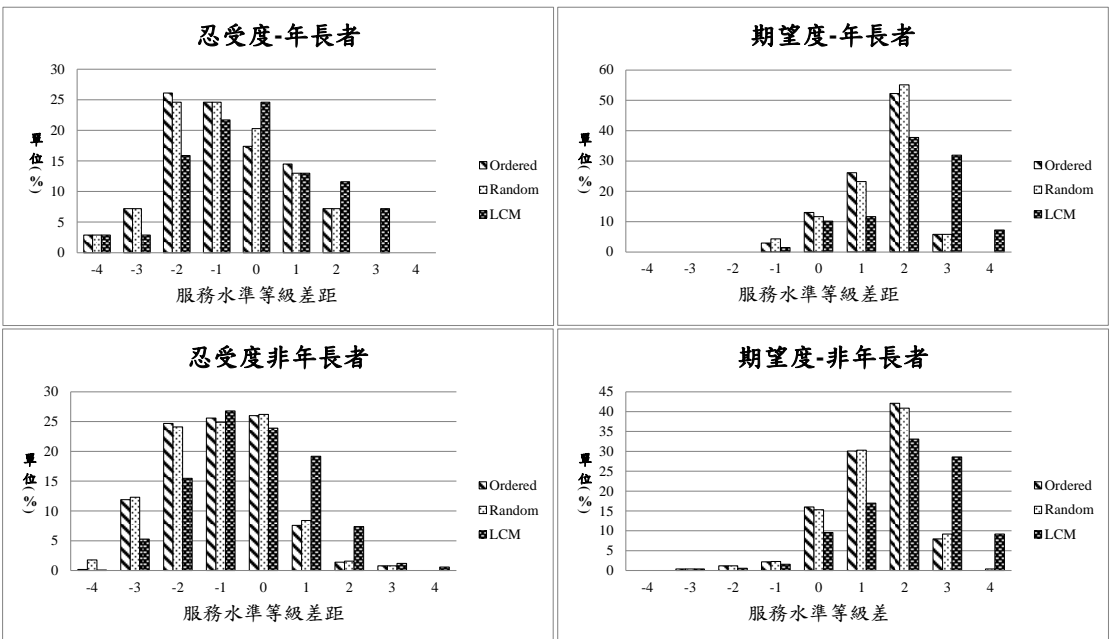


圖 4 年長者忍受程度及期望程度

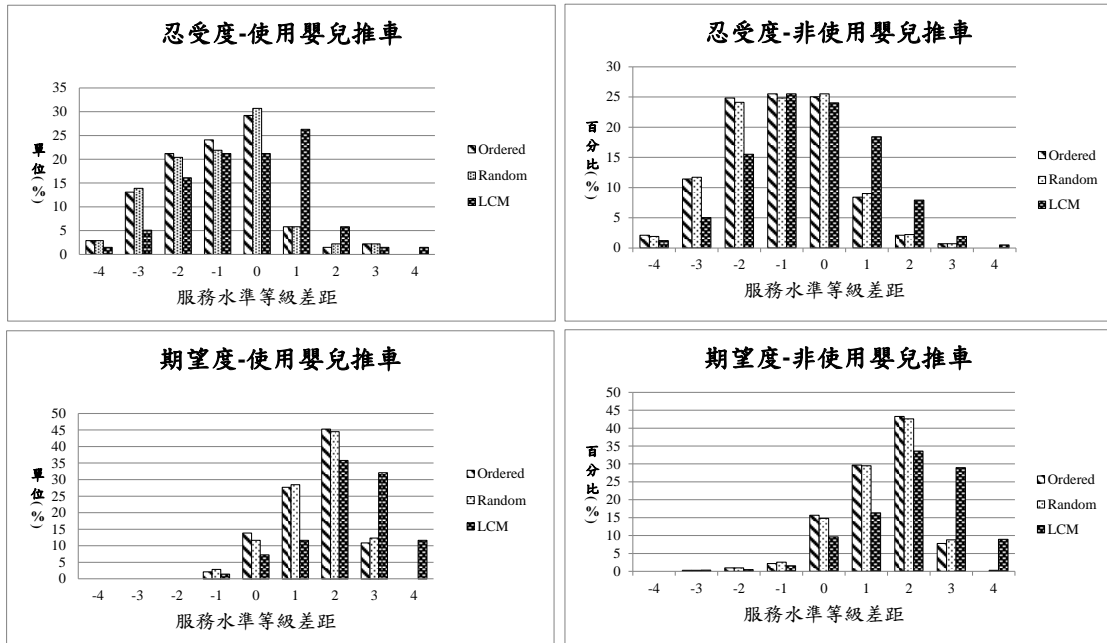


圖 5 使用嬰兒推車者之忍受程度及期望程度

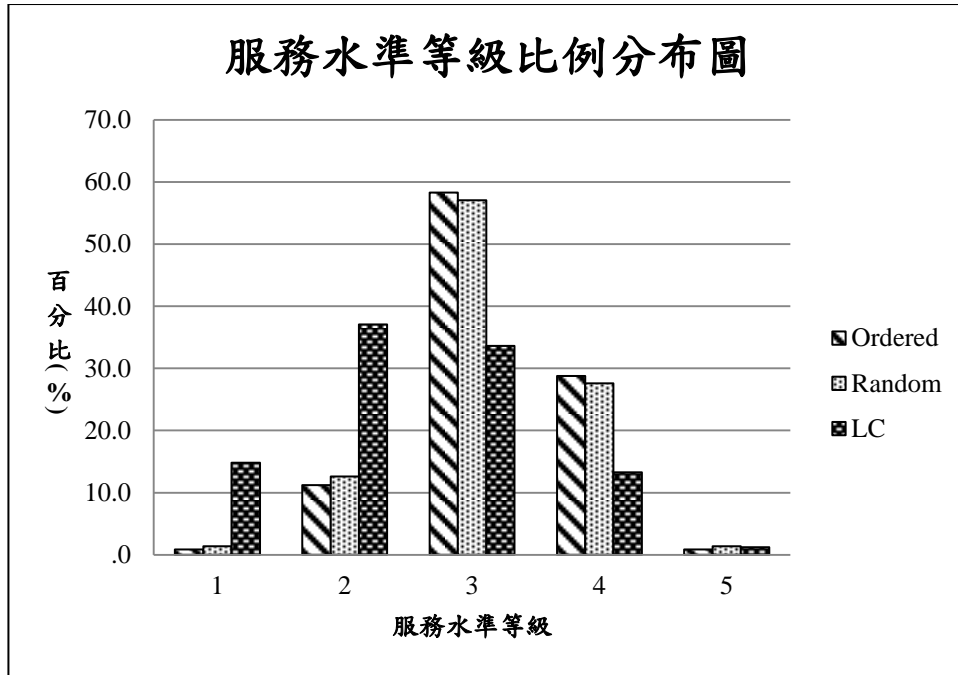


圖 6 三種模式個別服務水準比例分布圖

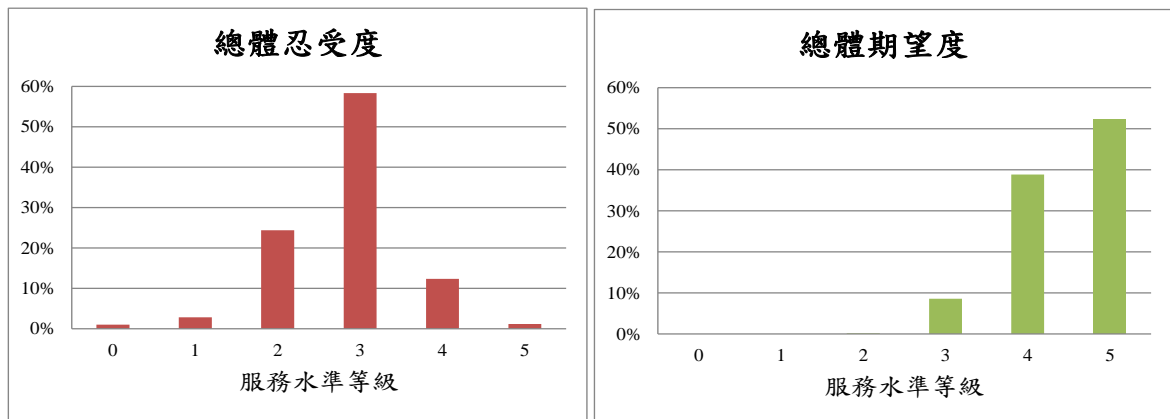


圖 7 總體忍受度與期望度

科技部補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2014/10/31

科技部補助計畫	計畫名稱: 性別友善的人行環境 (GM07)
	計畫主持人: 溫傑華
	計畫編號: 102-2629-E-035-001- 學門領域: 性別主流科技計畫
無研發成果推廣資料	

102 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：溫傑華		計畫編號：102-2629-E-035-001-					
計畫名稱：性別友善的人行環境 (GM07)							
成果項目		量化			單位	備註 (質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等)	
		實際已達成數 (被接受或已發表)	預期總達成數 (含實際已達成數)	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	1	1	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力 (本國籍)	碩士生	2	2	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		
國外	論文著作	期刊論文	0	2	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	1	2	100%		
		專書	0	0	100%	章/本	
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力 (外國籍)	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		

<p style="text-align: center;">其他成果</p> <p>(無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	<p style="text-align: center;">無</p>
---	--------------------------------------

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

科技部補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利： 已獲得 申請中 無

技轉： 已技轉 洽談中 無

其他：（以 100 字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

本研究探討人行環境，希望行人行走時能感到更加舒適與安全。為提升人行整體服務水準，必須考量不同族群之需求與偏好，以提供完善的服務設施。性別友善不僅考慮性別，也應考量孕婦、年長者及推車者等族群之特殊需求。本研究以敘述性偏好法蒐集資料，考量量化與質化屬性，建立一套完整人行道環境評分機制，符合傳統服務水準 A 到 F 六等級。本研究利用多種排序選擇模式並考量參數異質性及計算每位受訪者所感受之整體人行道路段服務水準。臺中市現行人行道服務水準低於民眾期望程度，還有改善空間以提升人行道之服務水準。另外，本研究提出評估臺中市快捷公車站周圍人行環境的安全性服務水準模式。結果顯示目前快捷公車站附近的人行穿越道安全性服務水準，有 7 個車站為 D 級，其他 14 個車站皆為 C 級，低於民眾期待的 A 或 B 級，仍需要提升人行環境之服務水準。本研究內容與原計畫相符程度高，已達成主要的研究目的與預期成果，本研究包含理論架構的推導和實證，具有學術和實務參考價值。研究內容將發表於國外學術研討會並投稿期刊。